

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-128595

(43)Date of publication of application : 19.05.1995

(51)Int.Cl.

G02B 21/00
G01B 11/24
G02B 21/06

(21)Application number : 05-292647

(71)Applicant : PROMETRIX CORP

(22)Date of filing : 28.10.1993

(72)Inventor : TIMOTHY R COLE

YUNUS BORAH

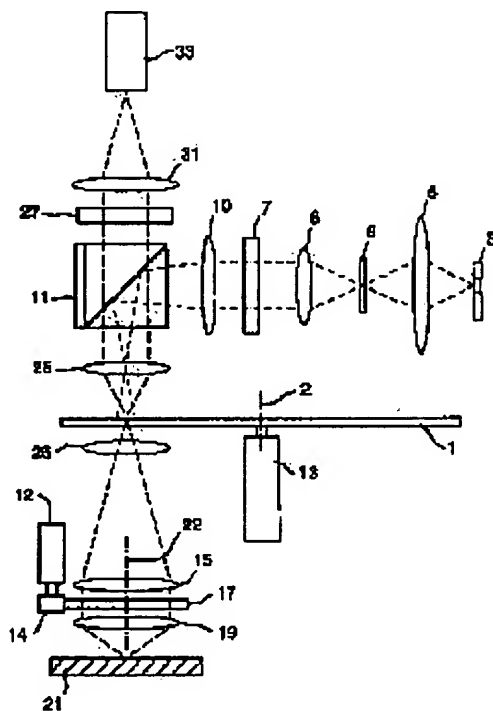
KAMRAN SARMADY

(54) METHOD AND DEVICE FOR IMAGING PRECISE LINE WIDTH STRUCTURE USING OPTICAL MICROSCOPE

(57)Abstract:

PURPOSE: To image a semiconductor substrate below and between arrangements of minute pieces while using an optical polarizing microscope.

CONSTITUTION: A delay device is a $1/4$ wavelength board 17 placed between polarizer 7 and a sample 21, and the projection of polarized axial line of linearly polarized radiation from the polarizer 7 onto the sample forms the angle of almost 45° to the straight form of the sample 21. The optical (late/fast) axial line of the $1/4$ wavelength board 17 is directed toward an optimum angle (at about 25° as a typical example) concerning the main straight form of the sample 21. In that direction, the $1/4$ wavelength board 17 converts linearly polarized irradiation to elliptically polarized irradiation and when this elliptically polarized irradiation is reflected from the sample 21, polarizing rotation is received. Then, the $1/4$ wavelength board 17 converts the elliptically polarized irradiation reflected from the sample 21 to radiation polarized in a certain direction so as to be transmitted by an analyzer 27 later.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The adjustable delay machine which is the polarization optical microscope which converts the sample containing at least one split on a substrate into a video signal, and was placed near said sample, It is equipment which turns a polarization exposure to said adjustable delay machine. Said adjustable delay machine The orientation equipment containing the exposure light from an exposure beam in which it is arranged so that a part of exposure beam may be told to a sample and the reflective beam from said sample may be told further, and said reflective beam was reflected from said sample, A polarization optical microscope equipped with the analyzer arranged in said reflective beam so that a part of receipt and this reflective beam may be told.

[Claim 2] While said sample has the delay characteristics by which said adjustable delay machine was controlled in a polarization optical microscope according to claim 1 including the array of the precise split on a substrate and this adjustable delay machine tells a part of exposure beam of elliptically polarized light by this The polarization optical microscope transmitted in the 2nd polariscope which emphasizes the conduction light which passes the analyzer of the component of said reflective beam with which said reflected beam includes the exposure reflected from the lower part of the array of said split, or the substrate between them.

[Claim 3] The polarization optical microscope by which the linearly polarized light is carried out in a polarization optical microscope according to claim 1 when said exposure beam which polarized carries out incidence to said adjustable delay machine.

[Claim 4] The polarization optical microscope said whose adjustable delay machine is a quarter-wave length plate in a polarization optical microscope according to claim 1.

[Claim 5] The polarization optical microscope attached in the delay machine which answers the control signal with which said adjustable delay machine was generated outside, and has the double refractive index which is adjustable in a polarization optical microscope according to claim 1 fixed.

[Claim 6] The polarization optical microscope which contains further the equipment which supplies said control signal to said adjustable delay machine in a polarization optical microscope according to claim 5.

[Claim 7] The polarization optical microscope which said adjustable delay machine is a delay plate, and contains further the pivotable anchoring equipment which attaches said delay plate in the surroundings of axis of rotation free [rotation] to said sample in a polarization optical microscope according to claim 1.

[Claim 8] The polarization optical microscope containing the equipment which rotates the delay plate attached still freer [said rotation] in a polarization optical microscope according to claim 7 which points to the optical axis of said delay plate with the desired sense by this in the field which intersects perpendicularly with said axis of rotation.

[Claim 9] The polarization optical microscope with which said slewing gear which rotates the delay plate attached free [said rotation] in a polarization optical microscope according to claim 8 contains the gearing connected between a motor, and this motor and said pivotable anchoring equipment.

[Claim 10] The polarization optical microscope equipped with installation equipment in which it has the front face in which said sample has a perpendicular axis in a polarization optical microscope according to claim 7, and the equipment which attaches said delay plate in which said equipment attached pivotable has axis of rotation by whenever [non-zero tilt-angle] to said perpendicular axis, a transfer plate, and this transfer plate attach in by whenever [compensation tilt-angle], and whenever [said non-zero tilt-angle], and whenever [this compensation tilt-angle] have an opposite sign.

[Claim 11] The polarization optical microscope with which the equipment which attaches said delay plate free [rotation] contains further the detector which generates the signal which shows the hand of cut of said surrounding delay plate of said axis of rotation in a polarization optical microscope according to claim 10.

[Claim 12] The disk by which the hole which is the real-time confocal scan microscope which converts the sample containing at least one split on a substrate into a video signal, was attached free [rotation], and was arranged was formed, While it is the adjustable delay machine arranged between the disk attached free [this rotation] and said sample, and beam division equipment which points to a polarization exposure beam in said adjustable delay vessel and said adjustable delay machine tells said a part of exposure beam to said sample The real-time confocal scan microscope equipped with the beam division equipment which this beam division equipment tells the image part of said reflected beam including the exposure from the exposure beam by which it is arranged so that the reflective beam from said sample may be received, and said reflected beam was reflected from said sample.

[Claim 13] In a real-time confocal scan microscope according to claim 12, said sample includes the array of the precise split on a substrate. The delay characteristics of said adjustable delay machine are controlled, and said adjustable delay machine transmits a part for part I of the exposure beam of elliptically polarized light. Furthermore, real-time confocal scan ***** transmitted in the 2nd polariscope which emphasizes the conduction light which passes the analyzer of the component of said reflective beam with which said reflective beam includes the exposure reflected from between the arrays of the lower part of said substrate, or a split.

[Claim 14] The image receipt equipment arranged so that some image parts of the beam reflected from said beam division equipment may be further received in a real-time confocal scan microscope according to claim 12, While being arranged between said beam division equipment and said image receipt equipment and receiving said reflective beam It is the analyzer which tells the image part of this reflective beam to said image receipt equipment. The delay characteristics of said adjustable delay machine are controlled, and said adjustable delay machine transmits said part of the exposure beam of elliptically polarized light. Furthermore, a real-time confocal scan microscope equipped with the analyzer transmitted in the 2nd polariscope which emphasizes the conduction light which passes the analyzer of the component of said reflective beam with which said reflective beam includes the exposure reflected from the substrate of said sample.

[Claim 15] The real-time confocal scan microscope attached in the delay machine which answers the control signal with which said adjustable delay machine was generated outside, and has the double refractive index which is adjustable in a real-time confocal scan microscope according to claim 12 fixed.

[Claim 16] The real-time confocal scan microscope which contains further the equipment which supplies said control signal to said adjustable delay machine in a real-time confocal scan microscope according to claim 15.

[Claim 17] The real-time confocal scan microscope which said adjustable delay machine is a delay plate, and contains further the pivotable anchoring equipment which attaches said delay plate in the surroundings of axis of rotation free [rotation] to said sample in a real-time confocal scan microscope according to claim 12.

[Claim 18] The real-time confocal scan microscope containing the equipment which rotates the delay plate attached still freer [said rotation] in a real-time confocal scan microscope according to claim 17 which points to the optical axis of said delay plate with the desired sense by this in the field which intersects perpendicularly with said axis of rotation.

[Claim 19] The real-time confocal scan microscope under which said slewing gear which rotates the delay plate attached free [said rotation] in a real-time confocal scan microscope according to claim 18 contains the gearing connected between a motor, and this motor and said pivotable anchoring equipment.

[Claim 20] In the real-time confocal scan microscope according to claim 17, it has the front face in which said sample has a perpendicular axis. The equipment which attaches said delay plate in which the equipment which attaches said delay plate pivotable has axis of rotation by whenever [non-zero tilt-angle] to said perpendicular axis, A real-time confocal scan microscope equipped with a transfer plate and the installation equipment in which this transfer plate is attached in by whenever [compensation tilt-angle], and whenever [said non-zero tilt-angle], and whenever [this compensation tilt-angle] have an opposite sign.

[Claim 21] The real-time confocal scan microscope said whose adjustable delay machine is a quarter-wave length plate in a real-time confocal scan microscope according to claim 12.

[Claim 22] It is the approach of converting into a video signal the sample which has the array of a precise split on a substrate, and it is (a). The image phase where of convert a sample into a video signal using a polarization optical microscope, and this polarization optical microscope is equipped with an adjustable delay machine, and (b) Said phase (a) The conversion-to-signals approach equipped with the phase which changes the delay characteristics of said adjustable delay machine, and points to an ellipse machine polarization exposure beam in said sample from said adjustable delay machine while carrying out.

[Claim 23] In the conversion-to-signals approach according to claim 22, said polarization optical microscope contains an analyzer. Said phase (a) It is the phase of passing said analyzer and transmitting exposure light from said sample. Said exposure light passes said adjustable delay machine once [said], and is transmitted, and it is reflected from said sample. The transfer phase of performing the 2nd transfer of said adjustable delay machine before reaching said analyzer furthermore is included. Said phase (b) It points to the exposure beam by which changed the delay characteristics of said adjustable delay machine, and an ellipse change was made the optimal in said sample. The conversion-to-signals approach equipped with a modification phase used as the transfer light as which the exposure beam by which an ellipse change was made was emphasized by this optimum by passing the exposure light reflected from the substrate in the detection field of said sample.

[Claim 24] It sets to the conversion-to-signals approach according to claim 22, and is said phase (a). The conversion-to-signals approach equipped with the phase which outputs a linearly polarized light exposure beam, and the orientation phase which turns this linearly polarized light exposure beam to said adjustable delay machine, and is changed into said elliptically-polarized-light exposure beam as a result with which this linearly polarized light exposure beam passed said adjustable delay machine, and which it was delivered.

[Claim 25] The conversion-to-signals approach that said adjustable delay machine is a quarter-wave length plate in the conversion-to-signals approach according to claim 24.

[Claim 26] In the conversion-to-signals approach according to claim 22, it is attached in the delay machine in which said adjustable delay machine has a strange good double refractive index fixed, and is said phase (b). The conversion-to-signals approach including the phase as for which the delay machine which supplied the control signal to said delay machine attached fixed, and was attached in this fixed target makes a double refractive-index change.

[Claim 27] In the conversion-to-signals approach according to claim 22, said adjustable delay machine is attached in the delay plate free [rotation], and it is said phase (b). The conversion-to-signals approach including the phase of rotating said delay plate to said sample around axis of rotation.

[Claim 28] It sets to the conversion-to-signals approach according to claim 27, and is said phase (b). The conversion-to-signals approach including the phase which is made to rotate said delay plate and points to the optical axis of this delay plate in the desired sense in the field which intersects perpendicularly with said axis of rotation.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] The invention in this application relates to the approach of operating still such a microscope and converting the lower part of the array of a precise split, and the semi-conductor substrate between them into a video signal about a deviation optical microscope. In an example, the invention in this application relates to the approach of operating still such a microscope and converting the lower part of the array of a precise split, and the semi-conductor substrate between them into a video signal about the deviation optical microscope of a confocal scan mold.

[0002]

[Description of the Prior Art] To use for converting into a video signal the lower part of the array of an optical microscope of a precise split (area which has width of face of 0.7 microns or less), and the semi-conductor substrate between them in important various actuation on commerce was desired. For example, it is desirable to measure the width of face of the 1 or two or more photoresist lines in the array which has the photoresist line deposited on the substrate between the detailed lithography phases at the time of manufacturing a semi-conductor product. Typically, such structure is "precise array Rhine of 1 to 1" (that is, the space between Rhine adjoined and deposited on the substrate structure almost equal to the width of face of each Rhine) on a substrate. Measurement carried out to the array of a precise photoresist line is performed by investigating the lithography process more detailed than measurement of the isolated Rhine width of face to nearby accuracy.

[0003] or [that receiving the light reflected from the substrate between Rhine can hardly do the conventional optical microscope supposing a precise array (an array like a 1 to 1 precise array) has width of face of about 0.7 microns or less] -- or it was not able to do at all. Once it misses the lightwave signal from the slot between Rhine, it is very difficult to measure exact line breadth. For this reason, the invention in this application could not but use the scan of an electron microscope, in order to measure the line breadth of a precise array 0.7 microns or less in practice in semi-conductor manufacture.

[0004] The advantage of the invention in this application improves an optical microscope, and is in the point of offering the convenience and economical efficiency which the microscope can convert the description of the Rhine width of face into a video signal, by the invention in this application. The confocal scan optical microscope (CSOM) is known as one mold of an optical microscope improvable [with the invention in this application]. The 1st advantage of CSOM which converts two or more samples into a video signal at a time by one point through the array of a pinhole is in the point that the depth of a field of view is shallower than many of other optical microscopes. Therefore, CSOM can resolve both height and width-of-face information, and can convert into a video signal the field (according to individual) of a sample where height changes further with wavelength on which interference decreased.

[0005] U.S. Pat. No. 4,927,254 from which the example of CMOS was published by the kino (Kino) etc. on May 22, 1990, U.S. Pat. No. 5,022,743 published by the kino (Kino) etc. on June 11, 1991, the G S kino, and the paper by tea Earl Kohl (G.S.Kino and T.R.Corle) "confocal scan optical microscope

inspection", It is explained to FIJIKUSU Today (Physics Today), 42, and 55 - 62 pages (September, 1989).

[0006] The latter paper explains CSOM from which the light from an arc lamp is transmitted through the rotating scan NIPO disk (Nipkow disc) (the hole by which many holes could open the hole or were spirally etched with the drill with disk). Each irradiated hole of a NIPO disk expresses the spot converted into a video signal on a sample. The light reflected from the sample passes the disk, returns, and reaches an ocular or a camera. Many points on a sample are irradiated by the light which passes a NIPO disk to coincidence, and, thereby, a system operates to juxtaposition very effectively as many confocal microscopes. A sample is scanned while a disk rotates, and it carries out the sweep of the point pattern with which the rotating spiral hole pattern was irradiated by crossing a sample. While a disk rotates, a system expresses the real-time confocal scan image of a sample.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The invention in this application is the approach and equipment which convert the semi-conductor substrate of the lower part (and between them) of the array of a precise split into a video signal using a polarization optical microscope. The split consists of an insulating material or other ingredients (for example, polycrystalline silicon). The invention in this application converts other precise splits on the substrate of other classes into a video signal while converting into a video signal the precise split of the photoresist line on the common substrate (silicon, polycrystalline silicon, silicon nitride, BPSG, silicon oxide, and a thing like aluminum) used in semiconductor industry.

[0008] In the optimal example of the invention in this application the optical microscope of the invention in this application Polarization equipment (thing for polarizing an optical exposure), An analyzer (the light which was reflected from the sample and which polarized passes this equipment, and is transmitted), And including the delay plate (for example, quarter-wave length plate) attached pivotable, the delay plate is rotating in the optimal direction and the lightwave signal which passes and transmits an analyzer from the substrate in the inspection zone of a sample (then, a sample has a precise split on a substrate) is emphasized (or maximization).

[0009] In the optimal example of the invention in this application, a delay unit is the quarter-wave length plate placed near the sample (setting between polarization equipment and a sample), and projection of a up to [the sample of the polarization axis of the radiation which polarized from polarization equipment to the shape of a straight line] forms the include angle of about 45 degrees to the configuration of the shape of a main straight line of a sample. The optical (slowness and fastness) axis of a quarter-wave length plate is turned in the optimal include-angle (as typical example, it is about 25 degrees) direction about the configuration of the shape of a main straight line of a sample, and is set in the direction. A quarter-wave length plate changes a linearly polarized light exposure into a elliptically-polarized-light exposure, if this exposure by which elliptically polarized light was carried out is reflected from a sample, polarization rotation will be received, and a quarter-wave length plate is changed into the radiation which polarized to the sense to which the elliptically-polarized-light exposure reflected from the sample after that can be transmitted by the analyzer.

[0010] The delay plate of the microscope concerning the invention in this application is turned in the optimal direction, and if the optical lens with which a microscope has radiation and the focal distance chosen appropriately of wavelength short enough is used, the microscope can carry out the lower part of a precise and very narrow split (each split has 0.7 microns or the width of face not more than it), and the substrate between them in an image.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The equipment concerning the invention in this application can be used also for converting into a video signal the sample which consists of a split of 1 (or more than it) deposited on the substrate. In order to convert into a video signal the sample which has only one split deposited on the substrate, the delay characteristics of the adjustable delay unit of equipment are controlled, it is reflected from the field of the substrate which adjoined the split immediately, and the transfer which passed the delay unit of radiation must be emphasized.

[0012] The approach concerning the invention in this application is what converts the lower part of the split (for example, photoresist split) of a precise insulating material, or the substrate between them into a video signal. The phase of being reflected from a sample, or passing it, and it being transmitted, and receiving the radiation which polarized in an analyzer, The phase (that is, direction which maximizes the lightwave signal which passed the analyzer and was transmitted from the field of the substrate of a sample to be examined) of rotating the delay plate (for example, quarter-wave length plate) formed in the path of an exposure in the optimal direction, and emphasizing the signal from a substrate is included.

[0013]

[Example] Drawing 1 shows the real-time confocal scan microscope with the delay plate attached pivotable concerning the invention in this application. The optical microscope of drawing 1 contains the motor 13 made to rotate the NIPO disk (Nipkow disc) 1 around an axis 2. The light from the light source 3 (an arc lamp or other strong light sources) converges with a condenser lens 5, it passes and transmits aperture 9 and a collimate lens 8, polarizes with a polariscope 7 after that, converges on the beam division cube 11 with a lens 10, and is further reflected by the beam division cube 11 towards a disk 1. A part of light which collided with the disk 1 passes and transmits the hole of a disk 1, it passes the back sight field lens 26 and the tube lens 15, the delay plate 17 (it is a quarter-wave length plate), and an objective lens 19, and reaches a sample 21.

[0014] The edge (or member in which the plate 17 is attached) of the outside of the delay plate 17 gears with a gearing 14. A step motor 12 rotates a gearing 14 and rotates the delay plate 17 to an axis. The front face of a sample 21 and an axis 22 cross at right angles mostly, and turns into an optical common axis of a lens 15, a lens 19, and a plate 17. (It explaining in full detail below) and a plate 17 are attached in the direction to which it inclined by whenever [non-zero tilt-angle] to the orthogonal-axis line 22 of a sample with the optical axis as deformation of the example of drawing 1.

[0015] It reflects from a sample 21 and a part of exposure light passes return and a lens 25 after that via the same location of the hole of a lens 19, a plate 17, a lens 15, a lens 26, and a disk. A part of reflected light which passed the lens 25 is transmitted to the beam division cube 11, an analyzer 27, and a lens 31 after that. The polarization light which passed the analyzer 27 and the lens 31 and was transmitted turns into incident light to the image recording device 33 (good with a camera like a CCD camera). Or an ocular may be transposed to the image recording device.

[0016] A polariscope 7, the quarter-wave length plate 17, and an analyzer 27 function as decreasing the interference from the reflection which is desirable from [neither of] a disk 1. An analyzer 27 is the light reflected from the top face of a disk 1, and is turned to the include angle which interrupts the reflected light which passed the quarter-wave length plate 17 and was not transmitted twice.

[0017] Drawing 2 is the sectional view of the side face which expanded a part of sample of drawing 1. As shown in drawing 2, a sample contains 1 to 1 precise split 102 deposited on the substrate 100. Each split 102 has width of face almost equal to L , and its width of face of each slot between the adjacent splits 102 is also equal to distance L . A split 102 can consist of an insulating material or some ingredients (for example, polycrystalline silicon) of **. In that of an example, a split 102 is the photoresist line deposited on the substrate 100. As a type example, a substrate 100 is the thin film of polycrystalline silicon, silicon nitride, BPSG, silicon oxide, or other substrate ingredients deposited on silicon, gallium arsenide, or other substrate ingredients.

[0018] Drawing 3 is some top views of the sample of drawing 2. According to the invention in this application, as shown in drawing 3, the delay plate 17 is rotated until projection "A" of an optical sample-like axis turns to the include angle of non-zero about the longitudinal direction axis of a split 102. Any of the early shaft or a late shaft are sufficient as the optical axis "A" of the delay plate 17.

[0019] If drawing 1 is referred to again, it will set in the example. A polariscope 7 (***** [it removes a plate 17 from a system]) So that the optical exposure by which the linearly polarized light was carried out may be irradiated by the sample 21 from a polariscope 7 and the polarization axis may be turned to an include angle almost equal to 45 degrees to the main straight-line structure (split 102) of a sample It is leaned, and the quarter-wave length plate 17 is leaned so that projection "A" of the (it is shown in

drawing 3 like) optical axis to a sample may turn to the optimal include angle "a" called for on the experiment to the main straight-line structure (split 102) (as [show / in drawing 3]) of a sample. the optimal include angle "a" -- the range of (0 to 90 degrees -- setting --) -- it is the include angle which maximizes the lightwave signal transmitted via the analyzer 27 from the substrate 100 in the inspection zone of a sample 21. The optimal include angle "a" is about 25 degrees as a typical example in the class of ingredient which consists of a split 102 and a substrate 100, although it is dependent on the width of face L of the split 102 of a sample.

[0020] In the optimal direction, the quarter-wave length plate 17 changes the linearly polarized light exposure from a polariscope 7 into a elliptically-polarized-light exposure, if the elliptically-polarized-light exposure is reflected from a sample 21, polarization rotation will be received, and the quarter-wave length plate 17 changes the elliptically-polarized-light exposure reflected from the sample into the polarization exposure which can be transmitted with an analyzer 27.

[0021] Supposing the quarter-wave length plate 17 was turned to about 45 degrees with the optical axis to the linearly polarized light exposure by which incidence is carried out, the quarter-wave length plate should get to know what the linearly polarized light exposure will be changed into the circular polarization of light exposure for then. In the conventional polarization optical microscope, it is surmised that a sample reflects circular polarization of light incident light, and will return it to the quarter-wave length plate of the circular polarization of light, and it was surmised that such a reflected circular polarization of light exposure was probably purely changed into a linearly polarized light exposure again after it passes a quarter-wave length plate and is transmitted. However, in current, the sample with the precise split of the straight-line structure deposited on the substrate carries out the outline polarization of the polarization of the incident light of the circular polarization of light with reflection, and, thereby, it is recognized that the reflected exposure serves as elliptically polarized light instead of a circle. For this reason, in case the quarter-wave length plate 17 of the invention in this application converts into a video signal the straight-line structure of the precise split deposited on the substrate with that optical axis, it is turned to optimal include angle which is different in 45 degrees to the polarization sense of the incident light of the linearly polarized light.

[0022] In drawing 4 , the microscope concerning the invention in this application is equipped with the motor 63 made to rotate the NIPO disk 51 around the disk axis 62. The light source 53 (the light from the light source 53 reflected from mirror 53A is included) passes and transmits filter 58D, passes the plate 56 which converged on pinhole aperture and the hole was able to open with the condenser lens 55, and is transmitted to the polarization beam division cube 57 after that via a lens 52, an iris diaphragm 54, preliminary polarization cube 58A, neutral density filter 58B, and color filter 58C. An arc lamp or the other light sources on the strength are sufficient as the light source 53.

[0023] In the example of drawing 4 , a cube 57 equips with the absorption layer 59 the insulating film interface 60 list inserted between the triangular prism 57A and 57B and these triangular prism 57A and 57B. A layer 59 is the sheet of the black glass joined optically [it is desirable and] on the rear face of component 57B.

[0024] A part of light irradiated from the cube 57 reaches a disk 51 via the 2nd objective lens 61, and it passes and transmits the hole of a disk 51, after that, passes a field lens 65, the tube lens 67, the delay plate 69, a compensating plate 70, and an objective lens 71, and reaches a sample 21. Desirably, the delay plate 69 is a quarter-wave length plate, however can use the 8th wavelength plate or other delay plates in other examples of the invention in this application. After reflecting from a sample 21, light passes a lens 61 in the same location list of the hole of a lens, 71, components 69 and 70, a lens 67, a lens 65, and a disk 51, and is transmitted to it. After [which is depended on passing a component 69 twice] rotating and polarizing, this light turns into incident light of a cube 57, a part of incident light passes a film 60, and it comes out of a cube 57 via the front face of component 57B. After coming out of a cube 57, the polarization exposure from a sample 21 reaches a video camera 83 via the analysis cube 75, a lens 77, the scale-factor controller 79, and the camera junction lens 80. In other examples of the invention in this application, an ocular may be used as equipment (adding to a camera 83 instead of being a camera 83) which receives an image.

[0025] U.S. Pat. No. 5,067,985 published on November 26, 1991 explains the example of the equipment similar to drawing 4 (however, it is not equipped with the delay plate 69, the motor 75, and gearing 74 which were attached pivotable), and includes desirable arrangement of a cube 57 in the example.

[0026] Both preliminary polarization cube 58A, a cube 57, the analyzer 75, and the delay plate 69 function as decreasing interference by the reflection which is not desirable from a disk 51 by the following approaches. The cube 57 is turned so that the exposure light which comes out of the side face of component 57A, and returns to the side face of ***** may be blocked. Therefore, a cube 57 functions as polarizing the exposure light by which preliminary polarization was carried out by component 58A, and irradiating a sample 21, and functions further also as an analyzer which transmits the reflected light from a sample 21 alternatively.

[0027] The analysis cube 75 transmits alternatively the light reflected from the receipt and the sample 21 in the light which passed the cube 57 and was transmitted. Both beam division cube 57 and analysis cube 75 are formed in the beam path by which it was made parallel between the 2nd objective lens 61 and the tube lens 77.

[0028] The beam division cube 57 prepared in the beam path by which it was made parallel between the 2nd objective lens 61 and the tube lens 77 decreases substantially the chromatic aberration to which a beam division cube appears in the example arranged between both a NIPO disk, 2nd objective lens, and 2nd tube lens.

[0029] The edge of the outside of the delay plate 69 has geared with the gearing 94. A step motor 75 rotates a gearing 74 and rotates the delay plate 69 about the optical coaxis of a lens 71 and a lens 67.

[0030] In the example of drawing 4, it is turned so that it is projected on the exposure light to which the linearly polarized light of the components 58A and 57 was carried out desirably (for removing a plate 69 from a system) by the sample 21 from a cube 57, and the polarization axis may ** in the main straight-line structure of a sample and may turn to the include angle of about 45 degrees. Moreover, a plate 69 is a quarter-wave length plate, and it is desirable for the optical axis to a sample to be the optimal include angle "a" called for experimentally (it is shown also in drawing 3 like) from the main straight-line structure (split 102) of a sample. Such an optimal include angle "a" is an include angle (within the limits of 0 to 90 degrees) which maximizes the lightwave signal which passed the cube 57 and was transmitted from the inspection zone of the substrate 100 of a sample 21. Like the example of drawing 1, although it depends for the optimal include angle "a" on the width of face L of the split 102 of a sample, a substrate ingredient just becomes about 25 degrees as a typical example.

[0031] In the optimal direction the quarter-wave length plate 69 of the above-mentioned example Polarization rotation will be received, if the linearly polarized light exposure light from a cube 57 is changed into a elliptically-polarized-light exposure and the elliptically-polarized-light exposure is reflected from a sample 21. The quarter-wave length plate 69 Polarization adjusts the reflected elliptically-polarized-light exposure light most closely in polarization of linearly polarized light exposure light, and it changes into the exposure light which passes both cubes 57 and 75 and can be transmitted from a plate 69.

[0032] The delay plate of the microscope concerning the invention in this application is leaned the optimal, and if a microscope uses the exposure light of wavelength short enough, and an optical instrument with the focal distance as which it was chosen appropriately, a microscope can convert the lower part of a very narrow precise split (each split has 0.7 microns or the width of face not more than it), or the substrate between them into a video signal.

[0033] Drawing 5 is the expanded sectional view of the delay plate which was adopted as the desirable example of the invention in this application and which was attached pivotable. Drawing 5 shows the equipment which holds the delay plate 117 and the delay plate 117 pivotable. It is attached so that that orthogonal-axis line N may incline at an include angle F to an axis 122, and for this reason, the stray radiation from the top face and base of the delay plate 117 passes the delay plate 117, and reflects from a sample, and the delay plate 117 can prevent interfering with the exposure light which passes the delay plate 117 again and is transmitted. An include angle F is equal to about 3 times in the example of the invention in this application.

[0034] If the delay plate 117 is leaned and attached, as for the beam which will pass the delay plate 117 and will be transmitted (if it is attached with the non-zero inclination of an include angle F as it is got blocked and the delay plate 117 shows drawing 5), a gearing 115 and the delay plate 117 will carry out a precession for the surroundings of an axis 122 in one. The effect of this precession is removable by forming the 2nd transfer plate 128 attached in whenever [compensation angle-of-inclination].

[0035] In drawing 5 , although it is the same magnitude as whenever [angle-of-inclination / of the delay plate 117], the plate 128 is attached so that conversely [a sign]. Plates 117 and 128 are being fixed to the base 124. Next, the base 124 is attached in the ring-like gearing's 115 central orifice, and the longitudinal direction axis of the center of a base 124 adjusts it on a gearing's 115 central length directional-axis line by this. A plate 128 can be made from an ingredient equal to the refractive index of the quarter-wave length plate 117, and thickness (it is not required). When a plate 128 has the different thickness or the different refractive index from a plate 117, then After the thickness, refractive index, and location of a plate 128 have swerved from the optical axis as a result with which the beam passed through another side of plates 117 and 128 and which it was delivered It must choose so that each of plates 117 and 128 may pass the assembly object of drawing 5 and may return the beam to the optical axis (vertical-axis line 122 in drawing 5) of the assembly object.

[0036] In the assembly object of drawing 5 , the metal cover plate 120 is attached in the top face of the supporter material 130 fixed, and surrounds the components 115, 124, 117, 128, and 116 with which the play, 120, and the member 130 which were assembled were assembled by this.

[0037] The base 118 is attached in the top face of a plate 120. It is possible to attach lens housing in a base 118, and it is possible to attach a lens (a thing like the lens 15 of drawing 1 or the lens 67 of drawing 4) in lens housing.

[0038] The edge of a gearing's 115 (it is made of nylon desirably) outside constitutes the group of a gearing's 114 gear tooth, and the gearing gear tooth. If a step motor 112 drives a gearing 114, rotation of a gearing 114 will rotate next components 115, 119, and 124, plates 117 and 128, and the assembly object that becomes a list from bearing 116 as one (surroundings of the perpendicular axis 122 of drawing 5) to the supporter material 130. The outside ball race of the ball bearing member 116 is put on the member 130, it can rotate freely by small friction to the supporter material 130, and, thereby, the whole assembly object which consists of members 115, 116, 117, 119, 124, and 128 can rotate the inside ball race of a member 116 by the member 130 and low friction.

[0039] The hole detector unit 126 is attached in the location with the member 130 which detects the circumference of a magnet 119 (attached in the rotation member fixed) fixed, when an assembly object rotates this unit 126. The output of the hole detector 126 is processed in a microprocessor (not shown), and, thereby, can clarify the rotation location in early stages of a gearing 115 (therefore, delay plate 117). If a system is initialized, it can operate so that a gearing 115 may be rotated, until a step motor 112 shows that the output of the hole detector unit 126 has a gearing 115 in an early location. In deformation of the equipment of drawing 5 , the rotation location in early stages of a gearing 115 (therefore, delay plate 117) can be clarified using the detector of other classes.

[0040] The driving gear of a step motor generates the output signal which shows the number of steps to which the motor 112 rotated the gearing (from the location in early stages of a gearing 115) 115 it to be in early stages of a system. This output signal is changed into digital data flow in an interface circuitry (not shown), and that digital data is processed within a microprocessor (not shown) after that, and asks for a gearing's 115 (therefore, delay plate 117) current rotation location.

[0041] The adjustable delay plate (the double refraction answers the control signal generated externally, and changes) attached more nearly fixed than the delay plate to which the sense of an optical axis can be changed by mechanical rotation, and which was attached pivotable is used for other examples of the invention in this application. Drawing 6 shows the real-time confocal scan microscope, and it contains adjustable delay plate 17' which was fixed and was attached. Although the equipment of drawing 6 is the same as the equipment of drawing 1 , the point transposed to the voltage source 18 which supplies adjustable delay plate 17' and the driver voltage signal which were fixed (setting to drawing 6), and which were attached to plate 17' removes the delay plate 17 attached pivotable, the motor 12, and

gearing 14 of drawing 1 .

[0042] In the continuing explanation and the claim, the expression a "adjustable delay machine" means both delay machine (the double refractive index answers the control signal made externally, and changes) attached fixed and delay plate (the sense of the optical axis can be changed mechanically) which is attached pivotable and has the fixed double refractive index. In the continuing explanation and the claim, the expression a "deviation property" means the property (a thing like the sense of a late quick or optical axis, or a double refractive index) of a delay machine of searching for the deviation of the beam which passes a delay machine and is transmitted. The deviation of the transmitted beam is changeable by changing the double refractive index (if [whose delay machine is / like the Pockels cell or a liquid crystal delay machine]) of a delay machine, or either of the optical axes of a delay machine.

[0043] In drawing 6 , adjustable delay machine 17' can use other electron optics wavelength plates chosen from the available thing on a liquid crystal adjustable delay machine (a thing like available Part No.LVR-0.7-STD from Meadowlark Optics of Longmont in Colorado), the Pockels cell, or commerce. It can attain by adjusting the electrical potential difference impressed [' / adjustable delay machine from voltage source 18 17] by crossing in the deviation of a request of exposure light for adjustable delay machine 17' to have passed delay machine 17', and to have been transmitted in the example which is a electron optics wavelength plate.

[0044] The various deformation and the reconstruction in the structure and the approach of the invention in this application are clear to this contractor, and it does not separate from them from the range and pneuma of the invention in this application. Although the invention in this application was explained in relation to the specific desirable example, it should understand that invention given in a claim should not be unfairly limited to a specific example.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-128595

(43) 公開日 平成7年(1995)5月19日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 21/00		7625-2K		
G 0 1 B 11/24	F			
G 0 2 B 21/06		7625-2K		

審査請求 未請求 請求項の数28 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平5-292647

(22) 出願日 平成5年(1993)10月28日

(71) 出願人 593213124

プロメトリクス・コーポレーション
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
95054-3077、サンタ・クララ、スコッ
ト・プールバード 3255、ビルディング
6

(72) 発明者 ティモシー・アール・コール

アメリカ合衆国、カリフォルニア州
94306、パロ・アルト、サウス・コート・
ドライブ 3625

(74) 代理人 弁理士 山崎 行造 (外2名)

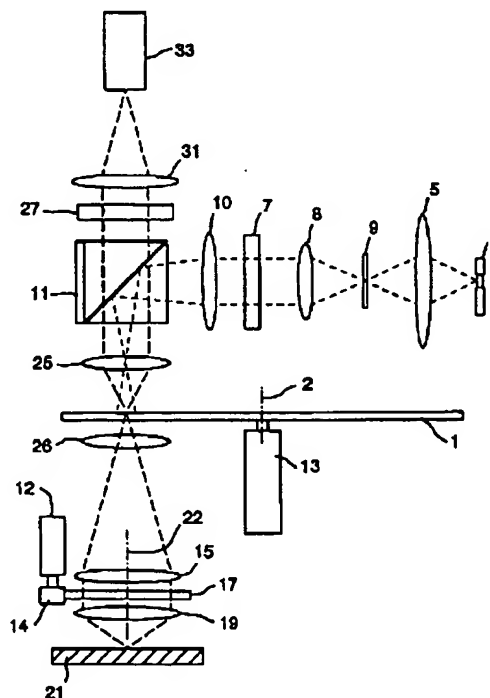
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学顕微鏡を用いて緻密なライン幅構造を映像化する方法及び装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 偏光光学顕微鏡を用いて緻密な細片の配列の下
方及びそれらの間の半導体基板を映像化する。

【構成】 遅延装置は偏光装置7と試料21との間に置か
れた1/4波長板17であり、偏光装置からの直線状に
偏光された放射の偏光軸線の試料上への投射は、試料の
直線状の形状に対して約45度の角度を形成する。1/
4波長板の光学(遅速)軸線は試料の主たる直線状の形
状に関して最適な角度(典型的な例としては約25度)
の方向に向けられており、その方向において、1/4波
長板は直線偏光照射を楕円偏光照射に変換し、この楕円
偏光された照射は試料から反射されると偏光回転を受
け、1/4波長板はその後試料から反射された楕円偏光
照射を分析器27によって伝達されることができるよう
な向きに偏光された放射に変換する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上の少なくとも1つの細片を含む試料を映像化する偏光光学顕微鏡であって、前記試料の近くに置かれた可変遅延器と、偏光照射を前記可変遅延器に向ける装置であって、前記可変遅延器が、照射ビームの一部を試料に伝え、さらに前記試料からの反射ビームを伝えるように配置されており、前記反射ビームが前記試料から反射された照射ビームからの照射光を含む指向装置と、前記反射ビームを受取り、該反射ビームの一部を伝えるように配置されている分析器とを備える偏光光学顕微鏡。

【請求項2】 請求項1記載の偏光光学顕微鏡において、前記試料が基板上の緻密な細片の配列を含み、前記可変遅延器が制御された遅延特性を有し、これにより、該可変遅延器が楕円偏光の照射ビームの一部を伝えるとともに、前記反射されたビームが、前記細片の配列の下方又はそれらの間の基板から反射された照射を含む前記反射ビームの成分の分析器を通過する伝導光を強調する第2の偏光器を伝わる偏光光学顕微鏡。

【請求項3】 請求項1記載の偏光光学顕微鏡において、前記偏光された照射ビームが、前記可変遅延器に入射するときに直線偏光される偏光光学顕微鏡。

【請求項4】 請求項1記載の偏光光学顕微鏡において、前記可変遅延器が1/4波長板である偏光光学顕微鏡。

【請求項5】 請求項1記載の偏光光学顕微鏡において、前記可変遅延器が外部において生成された制御信号に応答して可変である2重屈折率を持つ遅延器に固定的に取付けられている偏光光学顕微鏡。

【請求項6】 請求項5記載の偏光光学顕微鏡において、さらに、前記可変遅延器に前記制御信号を供給する装置を含む偏光光学顕微鏡。

【請求項7】 請求項1記載の偏光光学顕微鏡において、前記可変遅延器が遅延板であり、さらに、回転軸線の回りに前記試料に対して回転自在に前記遅延板を取り付ける回転可能な取付け装置を含む偏光光学顕微鏡。

【請求項8】 請求項7記載の偏光光学顕微鏡において、さらに、前記回転自在に取り付けられた遅延板を回転する装置を含む、これにより、前記遅延板の光学的軸線を前記回転軸線と直交する面内に所望の向きで指向する偏光光学顕微鏡。

【請求項9】 請求項8記載の偏光光学顕微鏡において、前記回転自在に取り付けられた遅延板を回転する前記回転装置が、モータと、該モータと前記回転可能な取付け装置との間に接続された歯車装置とを含む偏光光学顕微鏡。

【請求項10】 請求項7記載の偏光光学顕微鏡において、前記試料が垂直軸線を持つ表面を有しており、前記回転可能に取付ける装置が、

回転軸線を持つ前記遅延板を前記垂直軸線に対して非ゼロ傾斜角度で取付ける装置と、伝達プレートと、

該伝達プレートを補償傾斜角度で取り付け、前記非ゼロ傾斜角度と該補償傾斜角度とが反対の符号を持つ、取り付け装置とを備える偏光光学顕微鏡。

【請求項11】 請求項10記載の偏光光学顕微鏡において、前記遅延板を回転自在に取付ける装置が、さらに、前記回転軸線の回りの前記遅延板の回転方向を示す信号を生成する検知器を含む偏光光学顕微鏡。

【請求項12】 基板上の少なくとも1つの細片を含む試料を映像化する実時間共焦点走査顕微鏡であって、回転自在に取付けられ、配列された孔が形成された円盤と、

該回転自在に取付けられた円盤と前記試料との間に配置された可変遅延器と、

偏光照射ビームを前記可変遅延器に指向するビーム分割装置であって、前記可変遅延器が、前記照射ビームの一部を前記試料に伝えるとともに、前記試料からの反射ビームを受け取るように配置されており、前記反射されたビームが、前記試料から反射された照射ビームからの照射を含み、該ビーム分割装置が前記反射されたビームの映像部分を伝えるビーム分割装置とを備える実時間共焦点走査顕微鏡。

【請求項13】 請求項12記載の実時間共焦点走査顕微鏡において、前記試料が基板上の緻密な細片の配列を含み、前記可変遅延器の遅延特性が制御されて、前記可変遅延器が楕円偏光の照射ビームの第1部分を伝達し、さらに、前記反射ビームが、前記基板の下方又は細片の配列の間から反射された照射を含む前記反射ビームの成分の分析器を通過する伝導光を強調する第2の偏光器を伝わる実時間共焦点走査顕微鏡。

【請求項14】 請求項12記載の実時間共焦点走査顕微鏡において、さらに、

前記ビーム分割装置から反射されたビームの一部の映像部分を受け取るように配置された映像受取り装置と、

前記ビーム分割装置と前記映像受取り装置との間に配置されていて、前記反射ビームを受け取るとともに、該反射ビームの映像部分を前記映像受取り装置に伝える分析器であって、前記可変遅延器の遅延特性が制御されて、前記可変遅延器が楕円偏光の照射ビームの前記部分を伝達し、さらに、前記反射ビームが、前記試料の基板から反射された照射を含む前記反射ビームの成分の分析器を通過する伝導光を強調する第2の偏光器を伝わる分析器とを備える実時間共焦点走査顕微鏡。

【請求項15】 請求項12記載の実時間共焦点走査顕微鏡において、前記可変遅延器が外部において生成された制御信号に応答して可変である2重屈折率を持つ遅延器に固定的に取付けられている実時間共焦点走査顕微鏡。

【請求項16】 請求項15記載の実時間共焦点走査顕微鏡において、さらに、前記可変遅延器に前記制御信号を供給する装置を含む実時間共焦点走査顕微鏡。

【請求項17】 請求項12記載の実時間共焦点走査顕微鏡において、前記可変遅延器が遅延板であり、さらに、回転軸線の回りに前記試料に対して回転自在に前記遅延板を取り付ける回転可能な取付け装置を含む実時間共焦点走査顕微鏡。

【請求項18】 請求項17記載の実時間共焦点走査顕微鏡において、さらに、前記回転自在に取り付けられた遅延板を回転する装置を含む、これにより、前記遅延板の光学的軸線を前記回転軸線と直交する面内に所望の向きで指向する実時間共焦点走査顕微鏡。

【請求項19】 請求項18記載の実時間共焦点走査顕微鏡において、前記回転自在に取り付けられた遅延板を回転する前記回転装置が、モータと、該モータと前記回転可能な取付け装置との間に接続された歯車装置とを含む実時間共焦点走査顕微鏡。

【請求項20】 請求項17記載の実時間共焦点走査顕微鏡において、前記試料が垂直軸線を持つ表面を有しており、前記遅延板を回転可能に取付ける装置が、回転軸線を持つ前記遅延板を前記垂直軸線に対して非ゼロ傾斜角度で取付ける装置と、伝達プレートと、該伝達プレートを補償傾斜角度で取り付け、前記非ゼロ傾斜角度と該補償傾斜角度とが反対の符号を持つ、取り付け装置とを備える実時間共焦点走査顕微鏡。

【請求項21】 請求項12記載の実時間共焦点走査顕微鏡において、前記可変遅延器が1/4波長板である実時間共焦点走査顕微鏡。

【請求項22】 基板上に緻密な細片の配列を持つ試料を映像化する方法であって、

(a) 偏光光学顕微鏡を用いて試料を映像化し、該偏光光学顕微鏡が可変遅延器を備える映像段階と、

(b) 前記段階(a)を実施する間に、前記可変遅延器の遅延特性を変更して楕円器偏光照射ビームを前記可変遅延器から前記試料に指向する段階とを備える映像化方法。

【請求項23】 請求項22記載の映像化方法において、前記偏光光学顕微鏡が分析器を含み、前記段階(a)が、

前記試料から照射光を前記分析器を通過させて伝達する段階であって、前記照射光が、前記一度前記可変遅延器を通過して伝達され、前記試料から反射され、さらに前記分析器に到達する前に前記可変遅延器の2度目の伝達を行う伝達段階を含み、

前記段階(b)が、

前記可変遅延器の遅延特性を変更して最適に楕円変更された照射ビームを前記試料に指向し、該最適に楕円変更された照射ビームが、前記試料の検知領域内の基板から反射された照射光を通過して強調された伝達光となる、

変更段階を備える、映像化方法。

【請求項24】 請求項22記載の映像化方法において、前記段階(a)が、

直線偏光照射ビームを出力する段階と、

該直線偏光照射ビームを前記可変遅延器に向けて、該直線偏光照射ビームが前記可変遅延器を通過して伝達された結果として、前記楕円偏光照射ビームに変換される、指向段階とを備える映像化方法。

【請求項25】 請求項24記載の映像化方法において、前記可変遅延器が1/4波長板である映像化方法。

【請求項26】 請求項22記載の映像化方法において、前記可変遅延器が、可変な2重屈折率を持つ遅延器に固定的に取り付けられており、前記段階(b)が、前記固定的に取り付けられた遅延器に制御信号を供給して該固定的に取り付けられた遅延器の2重屈折率変更する段階を含む映像化方法。

【請求項27】 請求項22記載の映像化方法において、前記可変遅延器が遅延板に回転自在に取り付けられており、前記段階(b)が回転軸線の回りに前記試料に対して前記遅延板を回転する段階を含む映像化方法。

【請求項28】 請求項27記載の映像化方法において、前記段階(b)が前記遅延板を回転させて該遅延板の光学的軸線を前記回転軸線と直交する面内で所望の向きに指向する段階を含む映像化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本願発明は偏向光学顕微鏡に関し、さらに、その様な顕微鏡を操作して緻密な細片の配列の下方及びそれらの間の半導体基板を映像化する方法に関する。実施例においては、本願発明は共焦点走査型の偏向光学顕微鏡に関し、さらにその様な顕微鏡を操作して緻密な細片の配列の下方及びそれらの間の半導体基板を映像化する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 商業上重要な様々な操作において、光学顕微鏡を緻密な細片(0.7ミクロン以下の幅を持つ様な区域)の配列の下方及びそれらの間の半導体基板を映像化することに用いることが望まれていた。例えば、半導体製品を製造する際の微細なリソグラフィー段階の間に、基板上に堆積されたフォトレジストラインのある配列における1又は2以上のフォトレジストラインの幅を測定することが望ましい。典型的には、そのような構造は基板上の「1対1の緻密な配列ライン」(つまり、基板上で隣接して堆積されたライン間の空間がほぼ各ラインの幅と等しい構造)である。緻密なフォトレジストラインの配列に行われる測定は、孤立したライン幅の測定よりもより正確に微細なリソグラフィー工程を調べることにより行われる。

【0003】 緻密な配列(1対1緻密配列のような配列)が、約0.7ミクロン以下の幅を持つとすると、従

来の光学顕微鏡はライン間にある基板から反射する光を受けとることはほとんどできないか又は全くできなかった。正確な線幅を測定することは、一旦ライン間の溝からの光信号を見失ってしまうと非常に困難である。このため、本願発明までは、半導体製造においては実際上0.7ミクロン以下の緻密な配列の線幅を測定するために電子顕微鏡の走査を用いざるをえなかった。

【0004】本願発明の利点は、光学顕微鏡を改良して、本願発明により、その顕微鏡がライン幅の特徴を映像化できるような利便性及び経済性を提供する点にある。本願発明により改良できる光学顕微鏡の1つの型としては共焦点走査光学顕微鏡(CSOM)が知られている。ピンホールの配列を介して複数の試料を1点で1度に映像化するCSOMの第1の利点は、多くの他の光学顕微鏡よりも視界の深さが浅い点にある。従って、CSOMは高さ及び幅情報の両方を解像することができ、さらに、干渉が減少された波長により高さの異なる試料の(個別の)領域を映像化することができる。

【0005】CMOSの例が、キノ(Kino)他に1990年5月22日付で発行された米国特許第4,927,254号、キノ(Kino)他に1991年6月11日付で発行された米国特許第5,022,743号およびジー・エス・キノおよびティー・アール・コール(G. S. Kino and T. R. Corle)による論文「共焦点走査光学顕微鏡検査」、フィジクス・トゥデイ(Physics Today)、42、55-62頁(1989年9月)に説明されている。

【0006】後者の論文は、アークランプからの光が、回転する走査ニボー円盤(Nipkow disc)(多数の孔が、らせん状にドリルで孔を開けられ又は食刻された孔付き円盤)を介して伝わるCSOMを説明する。ニボー円盤の各々の照射された孔は試料上に映像化されるスポットを現す。試料から反射した光はその円盤を通過して戻って接眼レンズ又はカメラに到達する。試料上の多数の点は同時にニボー円盤を通過する光によって照射され、これにより、システムが非常に多数の共焦点顕微鏡として並列に効果的に作動する。試料は円盤が回転する間に走査され、回転するらせん状の孔パターンが試料を横切って照射された点パターンを掃引する。円盤が回転する間、システムは試料の実時間共焦点走査像を現す。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本願発明は偏光光学顕微鏡を用いて緻密な細片の配列の下方(及びそれらの間)の半導体基板を映像化する方法及び装置である。細片は絶縁物又は他の材料(例えば、多結晶シリコン)から構成されている。本願発明は、半導体産業において用いられる一般的な基板(シリコン、多結晶シリコン、窒化珪素、BPSG、酸化シリコン及びアルミニウムのようなもの)上のフォトレジストラインの緻密な細片を映像化するとともに、他の種類の基板上の他の緻密な細片をも映像化する。

【0008】本願発明の最適な実施例においては、本願発明の光学顕微鏡が偏光装置(光学照射を偏光するためのもの)、分析器(試料から反射した偏光された光がこの装置を通過して伝わる)、及び回転可能に取り付けられた遅延板(例えば、1/4波長板)を含み、遅延板は最適な方向に回転されていて、試料の検査領域内(ここでは試料は基板上に緻密な細片を有する)の基板から分析器を通過して伝達する光信号を強調(又は最大化)する。

10 【0009】本願発明の最適な実施例においては、遅延装置は試料の近くに(偏光装置と試料との間において)置かれた1/4波長板であり、偏光装置からの直線状に偏光された放射の偏光軸線の試料上への投射は、試料の主たる直線状の形状に対して約45度の角度を形成する。1/4波長板の光学(遅速)軸線は試料の主たる直線状の形状に関して最適な角度(典型的な例としては約25度)の方向に向けられており、その方向において、1/4波長板は直線偏光照射を楕円偏光照射に変換し、この楕円偏光された照射は試料から反射されると偏光回転を受け、1/4波長板はその後試料から反射された楕円偏光照射を分析器によって伝達されることができるような向きに偏光された放射に変換する。

【0010】本願発明に係る顕微鏡の遅延板が最適な方向に向けられ、顕微鏡が十分に短い波長の放射及び適切に選択された焦点距離を有する光学レンズを利用するものであれば、その顕微鏡は緻密で非常に狭い細片(各細片が0.7ミクロン又はそれ以下の幅を持つ)の下方及びそれらの間の基板を映像化することができる。

【0011】

30 【課題を解決するための手段】本願発明に係る装置は、基板上に堆積された1(又はそれ以上)の細片からなる試料を映像化するのに利用することができる。基板上に堆積された1つの細片のみを有する試料を映像化するためには、装置の可変遅延装置の遅延特性を制御して、細片に直ちに隣接した基板の領域から反射され、放射の遅延装置を通過した伝達を強調しなければならない。

【0012】本願発明に係る方法は、緻密な絶縁物の細片(例えば、フォトレジスト細片)の下方又はそれらの間の基板を映像化するもので、分析器において、試料から反射され又はそれを通過して伝達され、偏光された放射を受け取る段階と、照射の経路に設けられた遅延板(例えば、1/4波長板)を最適な方向に回転して基板からの信号を強調する段階(つまり、試料の基板の検査対象の領域から分析器を通過して伝達された光信号を最大化する方向)とを含む。

【0013】

【実施例】図1は、本願発明に係る、回転可能に取り付けられた遅延板を持つ実時間共焦点走査顕微鏡を示す。図1の光学顕微鏡は、ニボー円盤(Nipkow disc)1を軸線2の回りに回転させるモータ13を含む。光源3(ア

ークランプ又は他の強光源)からの光は、集光レンズ5によって集束され、アパチャー9及びコリメートレンズ8を通過して伝達し、その後偏光器7によって偏光され、レンズ10によってビーム分割キューブ11に集束され、さらに、ビーム分割キューブ11によって円盤1に向けて反射される。円盤1に衝突した光の一部は円盤1の孔を通過して伝達し、その後視野レンズ26及びチューブレレンズ15、遅延板17(1/4波長板である)及び対物レンズ19を通過して試料21に達する。

【0014】遅延板17の外側の縁(又は板17が取り付けられている部材)は歯車14と噛合する。ステップモータ12は歯車14を回転して軸線に対し、遅延板17を回転する。軸線22は試料21の表面とほぼ直交し、レンズ15、レンズ19及び板17の光学的共通軸線となる。図1の実施例の変形として(以下に詳述するように)、板17が、光学的軸線と共に、試料の直交軸線22に対し非ゼロ傾斜角度で傾いた方向に取り付けられている。

【0015】照射光の一部は試料21から反射してその後レンズ19、板17、レンズ15、レンズ26、円盤20の孔の同一の位置を経由して戻り、そしてレンズ25を通過する。レンズ25を通過した反射した光の一部はその後ビーム分割キューブ11、分析器27及びレンズ31に伝達される。分析器27及びレンズ31を通過して伝達された偏光光は映像記録装置33(CCDカメラのようなカメラでよい)への入射光となる。又は、接眼レンズをその映像記録装置に置き換えてもよい。

【0016】偏光器7、1/4波長板17及び分析器27は、ともに円盤1からの望ましくない反射からの干渉を減少させるように機能する。分析器27は、円盤1の上面から反射した光であって、1/4波長板17を通過して2回伝達しなかった反射光を遮る角度に向けられている。

【0017】図2は、図1の試料の一部を拡大した側面の断面図である。図2に示すように、試料は基板100に堆積された緻密な1対1細片102を含む。各細片102はLにほぼ等しい幅を持ち、隣り合う細片102の間の各溝の幅もまた距離Lと等しい。細片102は絶縁材料又はたのいくつかの材料(例えば、多結晶シリコン)から構成することができる。実施例においては、細片102は基板100に堆積されたフォトレジストラインである。基板100は典型的な例としては、シリコン、ガリウムヒ素又は他の基板材料に堆積された、多結晶シリコン、窒化珪素、BPSG、酸化シリコン又は他の基板材料の薄いフィルムである。

【0018】図3は図2の試料の一部の平面図である。本願発明によると、図3に示すように、遅延板17は、試料状の光学的軸線の投射「A」が、細片102の長手方向軸線に関して非ゼロの角度を向くまで、回転させられる。遅延板17の光学的軸線「A」はその早い軸又は

遅い軸のいずれでもよい。

【0019】再び図1を参照すると、実施例においては、偏光器7は、(システムから板17を除くとして)直線偏光された光照射が偏光器7から試料21に照射され、その偏光軸線が試料の主たる直線構造(細片102)に対し45度にほぼ等しい角度に向けられるように、傾けられ、1/4波長板17は、試料への(図3に示すように)その光学的軸線の投射「A」が、試料の主たる直線構造(細片102)に対する(図3に示すような)実験上求められた最適な角度「a」を向くように、傾けられる。最適な角度「a」は(0から90度の範囲において)、試料21の検査領域内の基板100から分析器27を経由して伝達された光信号を最大化する角度である。最適な角度「a」は試料の細片102の幅Lに依存するが、細片102及び基板100からなる材料の種類においては、典型的な例としては約25度である。

【0020】最適な方向においては、1/4波長板17は偏光器7からの直線偏光照射を楕円偏光照射に変換し、その楕円偏光照射は試料21から反射されると偏光回転を受け、1/4波長板17は試料から反射された楕円偏光照射を分析器27によって伝達できる偏光照射に変換する。

【0021】1/4波長板17が光学的軸線と共に、入射される直線偏光照射に対してほぼ45度に向けられてしまっていたとすると、そのときは、1/4波長板は直線偏光照射を円偏光照射に変換するであろうことを知るべきである。従来の偏光光学顕微鏡においては、試料は円偏光入射光を反射して円偏光の1/4波長板に戻すであろうと推測されており、また、そのような反射された円偏光照射は、1/4波長板を通過して伝達された後は純粋に直線偏光照射に再度変換されるであろうと推測されていた。しかし、現在においては、基板上に堆積された直線構造の緻密な細片を持つ試料は、反射とともに円偏光の入射光の偏光を概略偏光し、これにより、反射された照射は円ではなくて楕円偏光となることが認識されている。このため、本願発明の1/4波長板17は、その光学的軸線とともに、基板上に堆積された緻密な細片の直線構造を映像化する際には、直線偏光の入射光の偏光向きに対して45度とは異なる最適な角度に向けられている。

【0022】図4においては、本願発明に係る顕微鏡は、ニポー円盤51を円盤軸線62の回りに回転させるモータ63を備える。光源53(ミラー53Aから反射された光源53からの光を含む)は、フィルター58Dを通過して伝達し、集光レンズ55によってピンホールアパチャーに集束されて孔が開けられた板56を通過し、その後、レンズ52、アイリス絞り54、予備偏光キューブ58A、ニュートラルフィルター58B、及びカラーフィルター58Cを経由して偏光ビーム分割キューブ57に伝達される。光源53はアークランプ又はそ

の他の強度光源でもよい。

【0023】図4の実施例において、キューブ57は、三角プリズム57A及び57B、これらの三角プリズム57A及び57Bの間に挟まれた絶縁フィルムインターフェース60並びに吸収層59を備える。層59は望ましくは構成要素57Bの後面に光学的に接合された黒色ガラスのシートである。

【0024】キューブ57から照射された光の一部は、第2対物レンズ61を経由して円盤51に達し、円盤51の孔を通過して伝達し、その後、視野レンズ65、チューブレンズ67、遅延板69、補償板70及び対物レンズ71を通過して試料21に到達する。望ましくは、遅延板69は1/4波長板であり、ただし、本願発明の他の実施例においては第8波長板又は他の遅延板を用いることができる。試料21から反射した後、光はレンズ、71、構成要素69及び70、レンズ67、レンズ65、円盤51の孔の同一の位置並びにレンズ61を通過して伝達される。構成要素69を2度通過することによる回転されて偏光した後、この光はキューブ57の入射光となり、入射光の一部はフィルム60を通過し、構成要素57Bの表面を経由してキューブ57を出る。キューブ57を出た後、試料21からの偏光照射は、分析キューブ75、レンズ77、倍率制御器79及びカメラ中継レンズ80を経由してビデオカメラ83に到達する。本願発明の他の実施例においては、接眼レンズを映像を受信する装置（カメラ83の代わりに、又はカメラ83に追加して）として用いてもよい。

【0025】1991年11月26日に発行された米国特許第5,067,985号は、図4に似た装置の実施例を説明しており（ただし、それは回転可能に取り付けられた遅延板69、モータ75及び歯車74を備えていない）、その実施例にはキューブ57の望ましい配置を含む。

【0026】予備偏光キューブ58A、キューブ57、分析器75、及び遅延板69は、ともに以下の方法により、円盤51から望ましくない反射による干渉を減少するように機能する。キューブ57は、構成要素57Aの側面を出て円盤その側面に戻る照射光をブロックするように向けられている。従って、キューブ57は、構成要素58Aで予備偏光された照射光を偏光して試料21を照射するように機能し、さらに、試料21からの反射光を選択的に伝達する分析器としても機能する。

【0027】分析キューブ75は、キューブ57を通過して伝達された光を受取り、試料21から反射された光を選択的に伝達する。ビーム分割キューブ57及び分析キューブ75の両者ともに、第2対物レンズ61とチューブレンズ77との間の平行化されたビーム通路に設けられている。

【0028】第2対物レンズ61とチューブレンズ77との間の平行化されたビーム通路に設けられたビーム分

割キューブ57は、ビーム分割キューブがニポー円盤と第2対物レンズ及び第2チューブレンズの両者との間に配置されている実施例に現れる色収差を実質的に減少させる。

【0029】遅延板69の外側の縁は歯車94に噛合している。ステップモータ75は歯車74を回転してレンズ71及びレンズ67の光学的共軸に関して遅延板69を回転させる。

【0030】図4の実施例においては、構成要素58A及び57が、望ましくは、（板69をシステムから除くとして）直線偏光された照射光がキューブ57から試料21に投射され、その偏光軸線が試料の主たる直線構造に第してほぼ45度の角度を向くように、向けられる。また、板69は1/4波長板であり、試料へのその光学的軸線が、試料の主たる直線構造（細片102）に対して（図3にも示すように）実験的に求められた最適角度「a」であることが望ましい。そのような最適角度「a」は、試料21の基板100の検査領域からキューブ57を通過して伝達された光信号を最大化する（0から90度の範囲内の）角度である。まさに図1の実施例のように、その最適角度「a」は試料の細片102の幅Lに依存するが、基板材料は典型的な例として約25度となる。

【0031】最適な方向においては、上記の実施例の1/4波長板69は、キューブ57からの直線偏光照射光を楕円偏光照射に変換し、その楕円偏光照射は試料21から反射すると偏光回転を受け、1/4波長板69は、反射された楕円偏光照射光を、偏光が直線偏光照射光の偏光に最も密接に整合して板69からキューブ57及び75の両方を通過して伝わるような照射光に変換する。

【0032】本願発明に係る顕微鏡の遅延板が最適に傾けられて、顕微鏡が、十分に短い波長の照射光と適切に選択された焦点距離を持つ光学機器とを利用すると、顕微鏡は非常に狭い緻密な細片（各細片が0.7ミクロン又はそれ以下の幅を持つ）の下方又はそれらの間の基板を映像化することができる。

【0033】図5は、本願発明の望ましい実施例に採用された、回転可能に取り付けられた遅延板の拡大断面図である。図5は、遅延板117、及び遅延板117を回転可能に保持する装置を示す。遅延板117は、その直交軸線Nが軸線122に対して角度Fで傾くように取り付けられており、このため、遅延板117の上面及び底面からの迷光反射が、遅延板117を通過し、試料から反射し、そして再び遅延板117を通過して伝わる照射光と干渉するのを防ぐことができる。角度Fは、本願発明の実施例においては、約3度に等しい。

【0034】遅延板117が傾けられて取り付けられると（つまり、遅延板117が図5に示すように角度Fの非ゼロ傾きで取り付けられると）、遅延板117を通過

して伝わるビームは、歯車115及び遅延板117が軸線122の回りを一体的に歳差運動をする。この歳差運動の影響は、補償傾き角度に取り付けられた第2伝達板128を設けることによって除去することができる。

【0035】図5において、板128は、遅延板117の傾き角度と同じ大きさであるが、符号が逆であるように、取り付けられている。板117及び128は台124に固定されている。台124は、次に、リング状歯車115の中央オリフィスに取り付けられており、これによって、台124の中央の長手方向軸線が歯車115の中央長方向軸線に整合する。板128は1/4波長板117の屈折率及び厚さと等しい材料で作ることができる（必要ではないが）。板128が板117と異なる厚さ又は屈折率を持つと、そのときは、板128の厚さ、屈折率及び位置は、ビームが板117及び128の他方を通過して伝達された結果として光学的軸線から逸れてしまった後に、板117及び128の各々が、そのビームを図5の組み立て体を通してその組み立て体の光学的軸線（図5における鉛直軸線122）に戻すように選択しなければならない。

【0036】図5の組み立て体において、金属カバプレート120は、支持部材130の上面に固定的に取り付けられており、これにより、組み立てられたプレート120及び部材130が組み立てられた構成要素115、124、117、128及び116を囲む。

【0037】台118がプレート120の上面に取り付けられている。レンズハウジングを台118内に取り付けることが可能であり、レンズ（図1のレンズ15又は図4のレンズ67のようなもの）をレンズハウジング内に取り付けることが可能である。

【0038】歯車115（望ましくは、ナイロンでできている）の外側の縁は、歯車114の歯と噛み合う歯の組を構成する。ステップモータ112が歯車114を駆動すると、歯車114の回転は次に構成要素115、119、及び124、プレート117及び128、並びにベアリング116からなる組み立て体を支持部材130に対して（図5の垂直軸線122の回りを）一体として回転する。ボールベアリング部材116の外側レースは部材130に載せられており、部材116の内側レースは支持部材130に対して小さな摩擦で自由に回転し、これにより、部材115、116、117、119、124及び128からなる組み立て体の全体が部材130と低い摩擦で回転することができる。

【0039】ホール検出器ユニット126は、組み立て体がこのユニット126を回転させるときに、マグネット119（回転部材に固定的に取り付けられている）の周辺を検知する部材130のある位置に固定的に取り付けられている。ホール検出器126の出力は、マイクロプロセッサ（図示せず）にて処理され、これにより、歯車115（従って遅延板117）の初期の回転位置を明

確にすることができる。システムが初期化されると、ステップモータ112は、ホール検出器ユニット126の出力が、歯車115が初期の位置にあることを示すまで、歯車115を回転するように作動することができる。図5の装置の変形においては、他の種類の検出器を用いて歯車115（従って遅延板117）の初期の回転位置を明確にすることができる。

【0040】システムの初期かに続いて、ステップモータの駆動装置が、モータ112が（歯車115の初期の位置からの）歯車115を回転したステップ数を示す出力信号を発生する。この出力信号は、インターフェース回路（図示せず）においてデジタルデータ流れに変換され、そのデジタルデータはその後マイクロプロセッサ（図示せず）内で処理されて歯車115（従って遅延板117）の現在の回転位置を求める。

【0041】本願発明の他の実施例は、光学的軸線の向きを機械的な回転によって変化させることができる回転可能に取り付けられた遅延板よりも、固定的に取り付けられた可変遅延板（その2重屈折は外部で生成された制御信号に応答して変化する）を採用する。図6は実時間共焦点走査顕微鏡を示しており、それは固定されて取り付けられた可変遅延板17'を含む。図6の装置は図1の装置と同一であるが、ただし、図1の回転可能に取り付けられた遅延板17、モータ12、及び歯車14は、（図6において）固定された取り付けられた可変遅延板17'及び駆動電圧信号を板17'に供給する電圧源18に置き換えられた点は除く。

【0042】続く説明及び請求項において、「可変遅延器」という表現は、固定的に取り付けられた遅延器（その2重屈折率は外部で作られた制御信号に応答して変化する）と、回転可能に取り付けられ、固定された2重屈折率を持つ遅延板（その光学的軸線の向きは機械的に変更することができる）との両者を意味する。続く説明及び請求項において、「偏向特性」という表現は、遅延器を通過して伝達されるビームの偏向を求める遅延器の特性（速い又は遅い光学的軸線の向き、または2重屈折率のようなもの）を意味する。伝達されたビームの偏向は、遅延器の2重屈折率（遅延器がポッケルスセル又は液晶遅延器のようなものであれば）又は遅延器の光学的軸線のいずれかを変更することによって、変えることができる。

【0043】図6において、可変遅延器17'は液晶可変遅延器（コロラドのロングモントのMeadowlark Optics社から入手可能であるPart No. LVR-0.7-STDのようなもの）、ポッケルスセル、又は商業上入手可能なものから選択された他の電子光学波長板を用いることができる。可変遅延器17'が電子光学波長板である実施例において、遅延器17'を通過して伝達された照射光の所望の偏向を電圧源18から可変遅延器17'を横切って印加された電圧を調整することによって達成することが

できる。

【0044】本願発明の構造及び方法における種々の変形及び改造は、当業者には明白であり、本願発明の範囲及び精神から外れるものではない。本願発明を特定の望ましい実施例に関連して説明したが、請求項に記載の発明が特定の実施例に不当に限定されるべきではないことは理解すべきである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本願発明に係る実時間共焦点走査顕微鏡の第1実施例の簡略化した側面図である。

【図2】本願発明によって映像化できる種類の、基板上に堆積された緻密な1対1ライン構造を持つ試料の側面断面図である。

【図3】図2の試料の一部の平面図であり、本願発明に

係る最適な実施例の遅延板の光学軸線の最適な方向を示す図である。

【図4】本願発明に係る実時間共焦点走査顕微鏡の第2実施例の簡略化した側面図である。

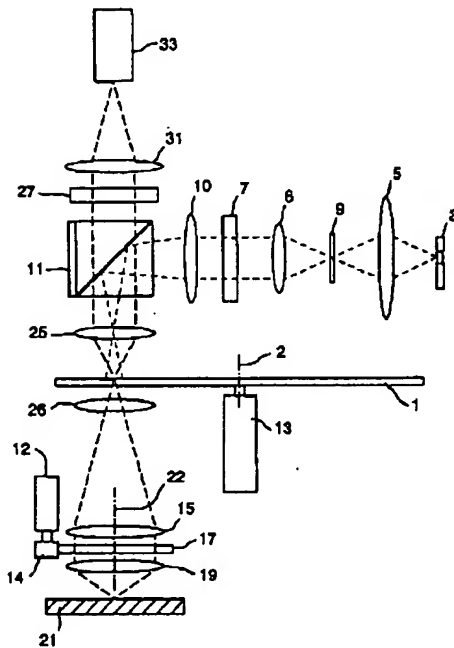
【図5】本願発明の最適な実施例に用いられる回転可能に取り付けられる遅延板の分解断面図である。

【図6】本願発明に係る実時間共焦点走査顕微鏡の第3実施例の簡略化した側面図である。

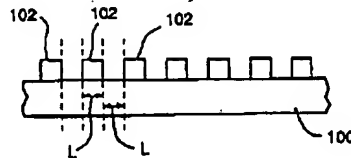
【符号の説明】

10	7	偏光器
17、69		遅延板
21		試料
27		分析器

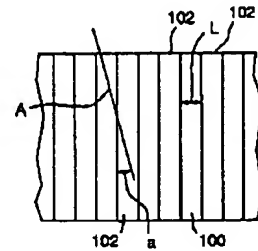
【図1】



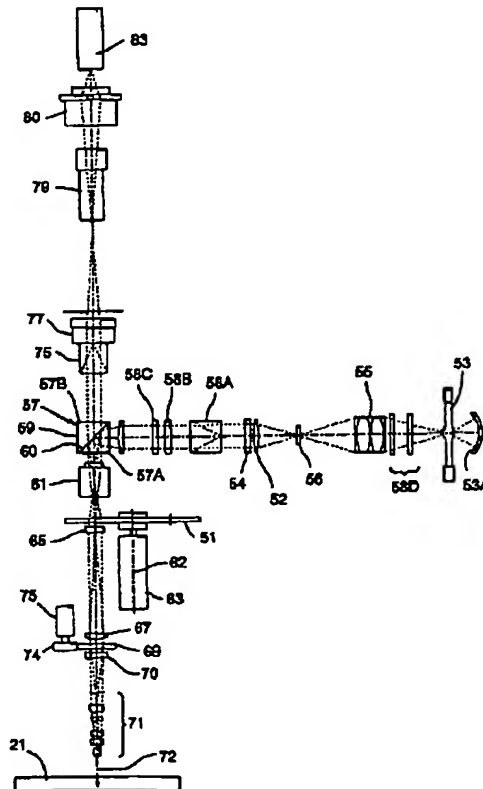
【図2】



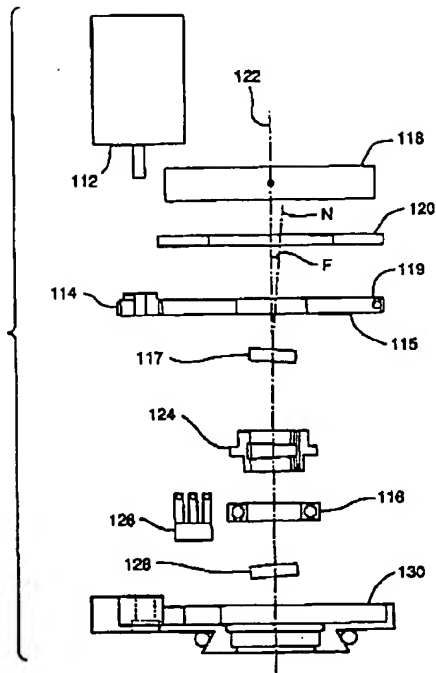
【図3】



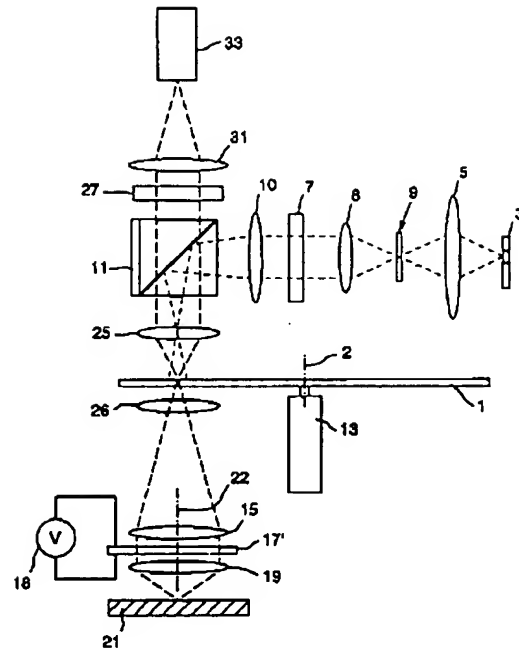
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 ユーナス・ボーラ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
95148、サン・ホセ、サーバ・ドライブ
3060

(72)発明者 カムラン・サーマディ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州
95035、ミルピタス、フォンテンブルー・
アベニュー 1283